

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-129933  
(43)Date of publication of application : 16.05.1997

(51)Int.Cl. H01L 33/00

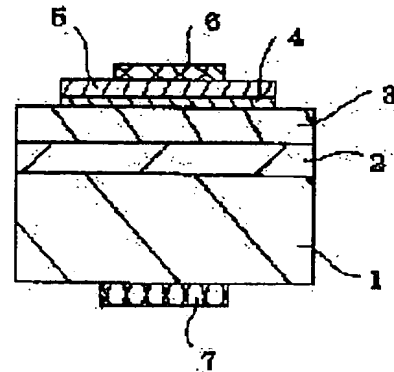
(21)Application number : 07-284074 (71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD  
(22)Date of filing : 31.10.1995 (72)Inventor : UEDA YASUHIRO  
YAGI KATSUMI

## (54) LIGHT EMITTING ELEMENT

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the sheet resistance of a light emitting element by forming a translucent ohmic electrode on a conductive semiconductor layer or conductive substrate and a translucent conductive film made of a material having a light absorption coefficient smaller than that of the material forming the electrode on the electrode.

SOLUTION: After an n-type GaN layer 2 and a p-type GaN layer 3 are successively formed on an n-type SiC substrate 1, a translucent ohmic electrode 4 is formed on the layer 3 and a translucent conductive film 5 having a light absorption coefficient smaller than that of the electrode 4 in the light emitting wavelength region of a light emitting element is formed on the electrode 4. Then an n-type ohmic electrode 7 is formed on the rear surface of the substrate 1, but the substrate 1 already acquires an ohmic characteristic, because the substrate 1 is heat-treated in an inert gas atmosphere after the formation of an Ni film. Since an ohmic characteristic is give to the electrode 4 by reducing the thickness of the electrode while the excellent translucent property of the electrode 4 is secured and an electric current flows to the conductive film 5 having a smaller light absorption coefficient than the electrode 4 has in addition to the electrode 4, the sheet resistance of the light emitting element can be reduced.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-129933

(43) 公開日 平成9年(1997)5月16日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 33/00			H 0 1 L 33/00	E C

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-284074

(22) 出願日 平成7年(1995)10月31日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 上田 康博

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72) 発明者 八木 克己

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

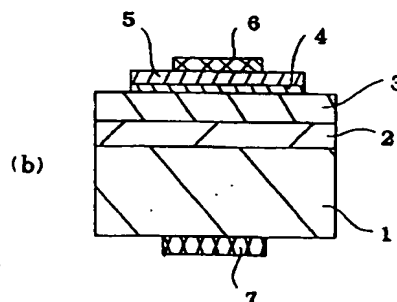
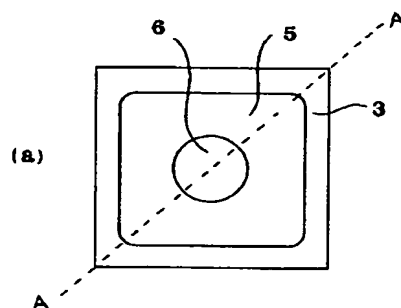
(74) 代理人 弁理士 岡田 敬

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 透光性オーミック電極を備えたシート抵抗が小さい発光素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 導電性半導体層3上に形成された透光性オーミック電極4と、透光性オーミック電極4上に形成されたこの電極材料よりバンドギャップが広い透光性導電膜5と、を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性オーミック電極を備えた発光素子において、導電性半導体層又は導電性基板上に形成された透光性オーミック電極と、該透光性オーミック電極上に形成されたこの電極材料より光吸収係数が小さい透光性導電膜と、を有することを特徴とする発光素子。

【請求項2】 前記透光性オーミック電極は金属からなることを特徴とする請求項1記載の発光素子。

【請求項3】 前記透光性オーミック電極は10Å～100Å厚であることを特徴とする請求項1、又は2記載の発光素子。

【請求項4】 前記透光性導電膜はITO膜、SnO<sub>2</sub>膜、又はCdTO膜であることを特徴とする請求項1、2、又は3記載の発光素子。

【請求項5】 前記透光性導電膜は前記透光性オーミック電極より厚みが大きいことを特徴とする請求項1、2、3、又は4記載の発光素子。

【請求項6】 前記透光性導電膜は100Å～500Åであることを特徴とする請求項1、2、3、4、又は5記載の発光素子。

【請求項7】 前記透光性導電膜は発光波長ピークのエネルギーより広いバンドギャップを有することを特徴とする請求項1、2、3、4、5、又は6記載の発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオード等の発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】最近、GaN、GaAlN、InGaN、InAlGaN等の窒化ガリウム系半導体からなる発光素子が、強度の強い青色等の短波長発光が可能であることから、活発に研究開発されている。

【0003】一般に斯る窒化ガリウム系半導体からなる発光素子では、サファイア等の絶縁性基板が使用されている。

【0004】この絶縁性基板を用いた発光素子では、この基板の裏面に一方の電極を設けた構造にすることが困難であり、半導体層側（同一面側）にp型側、n型側電極とも備えた構造が採用される。

【0005】斯る半導体層側に両電極を備える発光素子としては、例えば特開平6-338632号（H01L33/00）公報に記載されている。

【0006】図5（a）は従来の発光ダイオードの概略模式上面図（半導体層側）、図5（b）は図5（a）中一点鎖線A-Aに沿った概略模式断面図である。

【0007】図5中、101はサファイア基板、102はn型GaN層、103はp型GaN層、104はn型GaN層102が露出するように形成された凹部、105はn型GaN層102上に形成されたn型側電極、1

06はp型GaN層103上に形成された透光性のp型側電極、107はp型側電極106の隅部に形成されたボンディング用電極パッドである。

【0008】この発光ダイオードではp型側電極106側から光取り出しが行われる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記発光ダイオードは、p型側電極106を透光性とするために厚みを薄くする必要があり、例えば300Å程度であるが、更に透光性を得るためには、p型側電極106の厚みを薄くする必要があるので、シート抵抗が高くなり、駆動電圧を低減することが困難であった。

【0010】本発明は上述の問題点を鑑み成されたものであり、透光性オーミック電極を備えたシート抵抗が小さい発光素子を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の発光素子は、透光性オーミック電極を備えた発光素子において、導電性半導体層又は導電性基板上に形成された透光性オーミック電極と、該透光性オーミック電極上に形成されたこの電極材料より光吸収係数が小さい透光性導電膜と、を有することを特徴とする。

【0012】特に、前記透光性オーミック電極は金属からなることを特徴とする。

【0013】更に、前記透光性オーミック電極は10Å～100Å厚であることを特徴とする。

【0014】特に、前記透光性導電膜はITO膜、SnO<sub>2</sub>膜、又はCdTO膜であることを特徴とする。

【0015】更に、前記透光性導電膜は前記透光性オーミック電極より厚みが大きいことを特徴とする。

【0016】特に、前記透光性導電膜は100Å～500Åであることを特徴とする。

【0017】加えて、前記透光性導電膜は発光波長ピークのエネルギー（hν）より広いバンドギャップを有することを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明に係る第1の実施形態に係るGaN系青色発光ダイオードを図面を用いて説明する。なお、図1（a）、図1（b）はそれぞれこの発光ダイオードの概略模式上面図、図1（a）中の点線A-Aに沿った概略模式断面図である。

【0019】図1中、1はn型SiC半導体基板である。この基板1上には層厚1～4μmのn型GaN層（Siドープ）2及び層厚0.5～1μmのp型GaN層（Mgドープ）3がこの順序に形成されており、これら層2、3は例えばMOCVD法（有機金属気相成長法）によりエピタキシャル成長される。

【0020】4はp型GaN層3上に蒸着法等により形成されたNi薄膜からなる透光性オーミック電極である。このp型側透光性オーミック電極4は、透光性をな

すようにNi薄膜の膜厚が選択されており、例えば10Å~100Å厚、ここでは30Å~70Å厚である。

【0021】5は、透光性オーミック電極4上に形成された膜厚10Å~1000Å、好ましくは100Å~500ÅのITO（酸化インジウム錫）からなり、透光性オーミック電極4より発光波長領域における光吸収係数が小さい透光性導電膜である。

【0022】6は透光性導電膜5上の中央の一部に形成された膜厚0.5~1μmのAuからなるワイヤーボンディング用電極パッドである。

【0023】7はn型SiC半導体基板1の下面に形成された5000Å厚程度のNiからなるn型側オーミック電極であり、この電極はNi膜を蒸着法等により形成した後、Ar等の不活性ガス雰囲気中で900~1000℃の熱処理をしてオーミック特性を得ている。

【0024】この発光ダイオードは、透光性オーミック電極4及び透光性導電膜5側が光取り出し側となる。そして、この発光ダイオードは、透光性オーミック電極4はその厚みを小さくして電極4の良透光性を確保しつつオーミック特性を得ると共に、透光性オーミック電極4に加えてこの電極4より光吸収係数の小さい透光性導電膜5にも電流が流れるので、この結果シート抵抗が小さくなり、発光ダイオードの駆動電圧を小さくできる。

【0025】しかも、透光性導電膜5は透光性オーミック電極4よりも光吸収係数の小さいので、透光性導電膜5の膜厚を大きく設定が可能である。よって、シート抵抗を格段に小さくできる。特に、透光性導電膜5の厚みを透光性オーミック電極4の厚みより大きくした場合、シート抵抗を顕著に小さくできるのでよく、特に透光性導電膜5を100Å~500Å厚とした場合、十分な透光性を確保しつつシート抵抗を顕著に小さくできて好ましい。

【0026】次に、本発明に係る第2の実施形態に係るAlGaAs系赤色発光ダイオードについて説明する。なお、図2(a)、図2(b)はそれぞれこの発光ダイオードの概略模式上面図、図2(a)中の点線A-Aに沿った概略模式断面図である。

【0027】図2中、11はp型GaAs半導体基板である。この基板11上には層厚1~2μmのp型Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As(x=0.65)発光層12及び層厚3~5μmのn型Ga<sub>1-y</sub>Al<sub>y</sub>As(y=0.35)クラッド層13がこの順序に形成されており、これら層12、13は例えばLPE法（液相エピタキシャル成長法）、MOCVD法（有機金属気相成長法）等によりエピタキシャル成長される。

【0028】14はn型クラッド層13上に蒸着法等により形成されたAu-Sn薄膜からなる透光性オーミック電極である。このn型側透光性オーミック電極14は、透光性をなすようにAu-Sn薄膜の膜厚が選択されており、例えば10Å~100Å厚、ここでは30Å

~70Å厚である。

【0029】15は、透光性オーミック電極14上に形成された膜厚10Å~1000Å、好ましくは100Å~500ÅのITO（酸化インジウム錫）からなり、透光性オーミック電極4より光吸収係数が小さく、しかも発光波長のピークよりバンドギャップが広い透光性導電膜である。

【0030】16は透光性導電膜15上の中央の1部に形成された膜厚0.5~1μmのAuからなるワイヤーボンディング用電極パッドである。

【0031】17はp型半導体基板11の下面に形成された1μm厚程度のAu-Crからなるp型側オーミック電極であり、この電極はAu-Cr膜を蒸着法等により形成した後、Ar等の不活性ガス雰囲気中で400~500℃の熱処理をしてオーミック特性を得ている。

【0032】この発光ダイオードも、透光性オーミック電極14及び透光性導電膜15側が光取り出し側となる。本実施形態では、透光性導電膜15は発光波長のピークよりもバンドギャップが広いので、第1の実施形態以上に十分な透光性を確保しつつシート抵抗を顕著に小さくできる。

【0033】本発明に係る第3の実施形態に係るGa系青色発光ダイオードを図面を用いて説明する。なお、図3はこの発光ダイオードの概略模式断面図である。

【0034】図3中、21はサファイア等の絶縁性基板である。この基板21上には、層厚4μmのn型Ga<sub>1-x</sub>N層(Siドープ)22、層厚100nmのn型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nクラッド層(Siドープ)23、層厚2nmのアンドープのIn<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>N活性層24、層厚100nmのp型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nクラッド層(Mgドープ)25、層厚500nmのp型Ga<sub>1-x</sub>Nコンタクト層(Mgドープ)26がこの順序で形成されている。

【0035】27は基板21の隅部上のp型コンタクト層26、p型クラッド層25、活性層24、n型クラッド層23を少なくともエッチング除去し、n型Ga<sub>1-x</sub>N層22が露出するように形成された凹部である。

【0036】28は前記隅部に対向する隅部（窓部）のp型コンタクト層26が露出するようにp型コンタクト層26上に形成された膜厚30~70ÅのNi膜からなるp型側透光性オーミック電極である。

【0037】29は透光性オーミック電極28上に形成された膜厚10Å~1000Å、好ましくは、100Å~500ÅのITO（酸化インジウム錫）からなる透光性導電膜である。

【0038】30は透光性オーミック電極28及び透光性導電膜29から露出したp型コンタクト層26上に形成されてなるSiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等からなる膜厚500nmの絶縁膜である。

【0039】31は露出したn型Ga<sub>1-x</sub>N層22上に形成される500nmのTiからなるn型側オーミック電極

10

20

30

40

50

である。

【0040】32は透光性導電膜29と電氣的に接続するように絶縁膜30上にn型側オーミック電極31と同時に成膜されるボンディング用電極パットとしてのTi膜(導体)である。このように電極パット32とn型側オーミック電極31は互いに対向する端部に位置するように配置することにより、電流が均一に流れるので好ましい。

【0041】この発光ダイオードも、透光性オーミック電極28及び透光性導電膜29側が光取り出し側となる。そして、この発光ダイオードも上記第1の実施形態と同じく発光ダイオードの駆動電圧を小さくできる。

【0042】また、パット電極32の直下には絶縁膜30が介在する構成であるので、光遮蔽材となるパット電極32の中央直下には電流が略流れず、透光性電極28のうちの光放出を行う部分下に電流が流れる。この結果、透光性電極28のうちの光放出を行う部分下での電流密度が大きくなり、発光が大きくなる。

【0043】上述では、パット電極32の下に絶縁膜30を介在させたが、絶縁膜30がないような構成でも勿論可能である。

【0044】上述では、透光性導電膜としてITO膜を用いたが、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{CdTO}$ (酸化カドミウム錫)等の膜も使用できる。

【0045】更に、上記第1、第2の実施形態では、透光性導電膜上にのみ電極パットを設けたが、図4に示すように透光性オーミック電極4にも接触するように透光性導電膜5にスルホール8を設けて、電極パット6が透光性導電膜5と透光性オーミック電極4の両方に接触するようにしてもよい。この場合、電極パットにボンディングする際の透光性導電膜へのダメージを軽減できる。

【0046】また、上記各実施形態のように、基板上にn型層、p型層の順序での構成や基板上にp型層、n型層の順序の構成を適宜選択できるが、GaN系においては絶縁基板を使用する構成では、p型層の方が抵抗が高いため、基板上にn型層、p型層の順序の構成の方がよい。

【0047】なお、上記各実施形態では、エピタキシャル層側を光取り出し側としたが、透光性導電性半導体基板を用い、この基板側を光取り出し側とする場合、この基板上に透光性オーミック電極及び透光性導電膜をこの順に構成すればよい。

【0048】勿論、上述ではダブルヘテロ構造、単一のpn接合のものの発光ダイオードについて述べたが、シングルヘテロ構造、量子井戸構造の活性層のものでもよい。

【0049】また、本発明は発光ダイオードに限らず、面発光型レーザ等にも適宜適用できる。

【0050】更には、上述では、GaN系、AlGaA

s系発光素子に付いて述べたが、AlGaInP系等の他の材料系発光素子にも利用できる。

【0051】

【発明の効果】本発明の発光素子は、透光性オーミック電極はその厚みを小さくして透光性を確保しつつオーミック特性を得ると共に、透光性オーミック電極に加えて透光性オーミック電極より光吸収係数が小さい透光性導電膜にも電流が流れるので、透光性を確保しつつシート抵抗が小さくでき、発光強度を低減するのを抑制して発光ダイオードの駆動電圧を小さくできる。

【0052】特に、透光性オーミック電極が10Å~100Å厚である場合、オーミック特性を確保しつつ十分な透光性が得られる。

【0053】また、透光性導電膜が透光性オーミック電極より厚みが大きい場合には、十分にシート抵抗を小さくできる。特に、透光性導電膜が100Å~500Åである場合には、十分な透光性が得られる。

【0054】更に、透光性導電膜が発光波長ピークのエネルギーより広いバンドギャップを有する場合、透光性が顕著に優れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る発光ダイオードの概略模式図である。

【図2】本発明の第2の実施形態に係る発光ダイオードの概略模式図である。

【図3】本発明の第3の実施形態に係る発光ダイオードの概略模式断面図である。

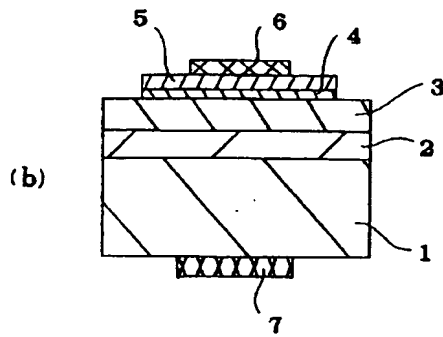
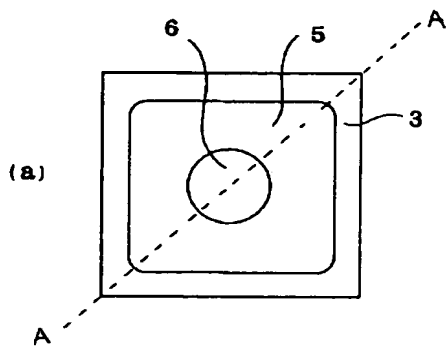
【図4】本発明の第4の実施形態に係る発光ダイオードの概略模式断面図である。

【図5】従来の発光ダイオードの概略模式図である。

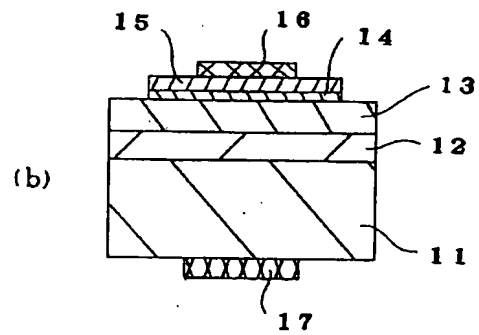
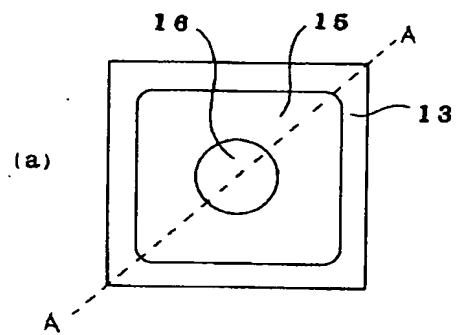
【符号の説明】

1	n型半導体基板
2	n型半導体層
3	p型半導体層
4	透光性オーミック電極
5	透光性導電膜
11	p型半導体基板
12	p型発光層(p型半導体層)
13	n型クラッド層(n型半導体層)
14	透光性オーミック電極
15	透光性導電膜
21	絶縁性基板
22	n型GaN層(n型半導体層)
23	n型クラッド層(n型半導体層)
24	活性層
25	p型クラッド層(p型半導体層)
26	p型コンタクト層(p型半導体層)
28	透光性オーミック電極
29	透光性導電膜

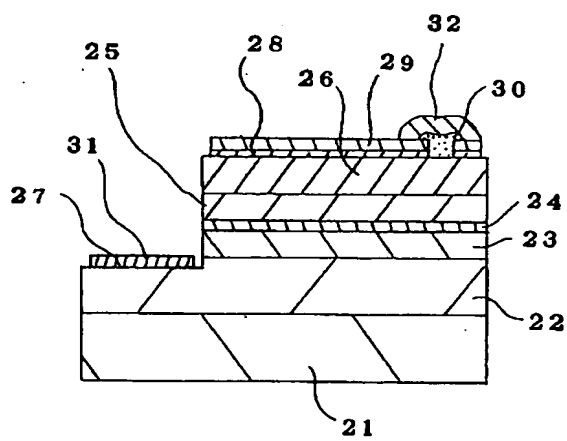
【図1】



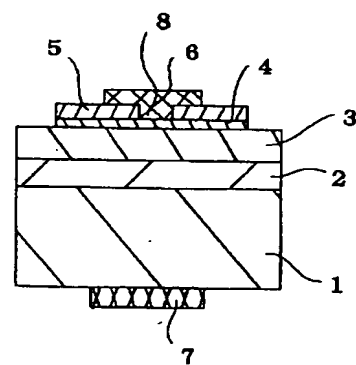
【図2】



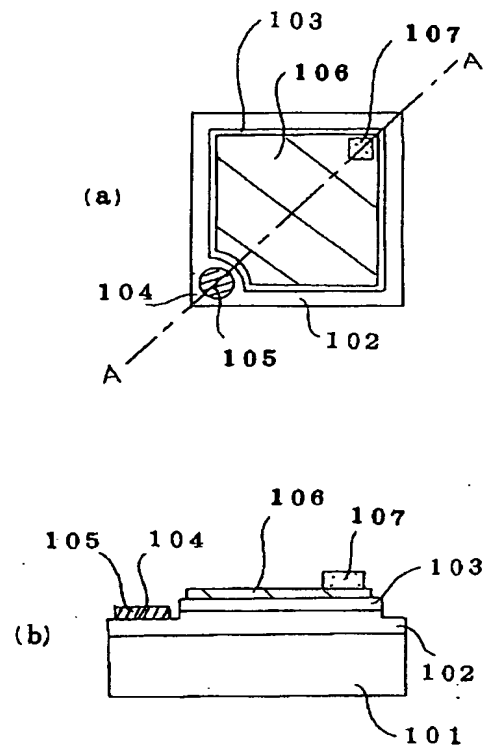
【図3】



【図4】



【図5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**